

TEMA II

Principales Componentes del Equipo de Perforación

Objetivo: El alumno identificará el funcionamiento e interrelación de los sistemas que constituyen el equipo de perforación rotatorio.

2.1. Sistema de Suministro de Energía.

2.2. Sistema de Izaje.

2.3. Sistema de Circulación.

2.4. Sistema Rotatorio.

2.5. Sistema de Control.

2.6. Sistema de Medidor de Parámetros de Perforación.

2.1 Sistema de Suministro de Energía

Altos Requerimientos De Energía

- Son transmitidas a algunas partes del equipo como son: el malacate, las bombas, el sistema de rotación y algunos sistemas auxiliares.
- El sistema de potencia en un equipo de perforación generalmente consiste de una fuente primaria de potencia.
- La potencia primaria puede ser transmitida hacia el equipo que la utilizará por medio de los siguientes medios:

Sistema Diessel Mecánico (Convencional).

Sistema Diessel Eléctrico Cd/Cd).

Sistema Diessel Eléctrico ca/cd).

2.1 Sistema de Suministro de Energía

❖ Sistema diessel mecánico (convencional).

la transmisión de energía se efectúa a través de convertidores de torsión, flechas, cadenas, transmisiones, cuya eficiencia mecánica promedio es del 65%.

❖ Sistema diessel eléctrico cd/cd

Estos sistemas usan generadores y motores de corriente directa con una eficiencia real en conjunto del 85%. En este sistema, la energía disponible se encuentra limitada por la razón de que sólo un generador cd se puede enlazar eléctricamente a un motor cd dando como resultado 1,600 HP disponibles para impulsar el malacate.

❖ Sistema Diessel Eléctrico Ca/Cd

Están compuestos por generadores de ca y por rectificadores de corriente directa (SCR). Estos sistemas obtienen una eficiencia del 98%, la energía disponible se puede canalizarse parcial y totalmente a la maquinaria que la usará (rotaria, malacate y bombas).

La ventaja de este sistema es que toda la potencia podría dirigirse o impulsar al malacate teniendo una disponibilidad de potencia de 2,000 HP.

Estos motores ofrecen una vida más larga y menor costo.

Hay dos Métodos para Transmitir la Potencia Hasta los Componentes del Equipo:

❖ **Transmisión Mecánica.**

❖ **Transmisión Eléctrica.**

Transmisión Mecánica.-

la transmisión de Energía – desde la toma de fuerza del motor diesel de combustión interna- hasta la flecha de entrada de la maquinaria de perforación (malacate, rotatoria y bombas de lodo), es a través de convertidores de torsión:

Flechas Cadenas Ruedas dentadas Poleas Ejes

La eficiencia mecánica anda por el orden del 65%.

El factor de eficiencia (E) describe las pérdidas de potencia que existen desde la fuente primaria hasta el motor y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\text{Potencia de Salida} - \text{Potencia de Entrada}}{\text{Potencia de Salida}}$$

Transmisión eléctrica.-

los motores suministran energía a grandes generadores que a su vez producen electricidad que se transmite por cables hasta un dispositivo de distribución y de éste a los motores eléctricos que van conectados directamente al equipo (bombas, malacate y rotaria).

Ventajas sobre las de transmisión mecánica;

No es necesario colocar los generadores y los motores primarios adyacentes al equipo, se incrementa la seguridad, se reduce el nivel de ruido y la eficiencia se incrementa de un 85 a un 90%.

Objetivo:

Aportar los medios para de perforación, revesti subsuperficiales, para viajes.

Este sistema suministra da movimiento vertical dentro del pozo

Los principales compone

- Mástil y subestructura
- El malacate.
- La corona y la polea vi
- El cable de perforación
- Equipo auxiliar tal como elevadores, gancho, etc.



Figure 23. A land rig

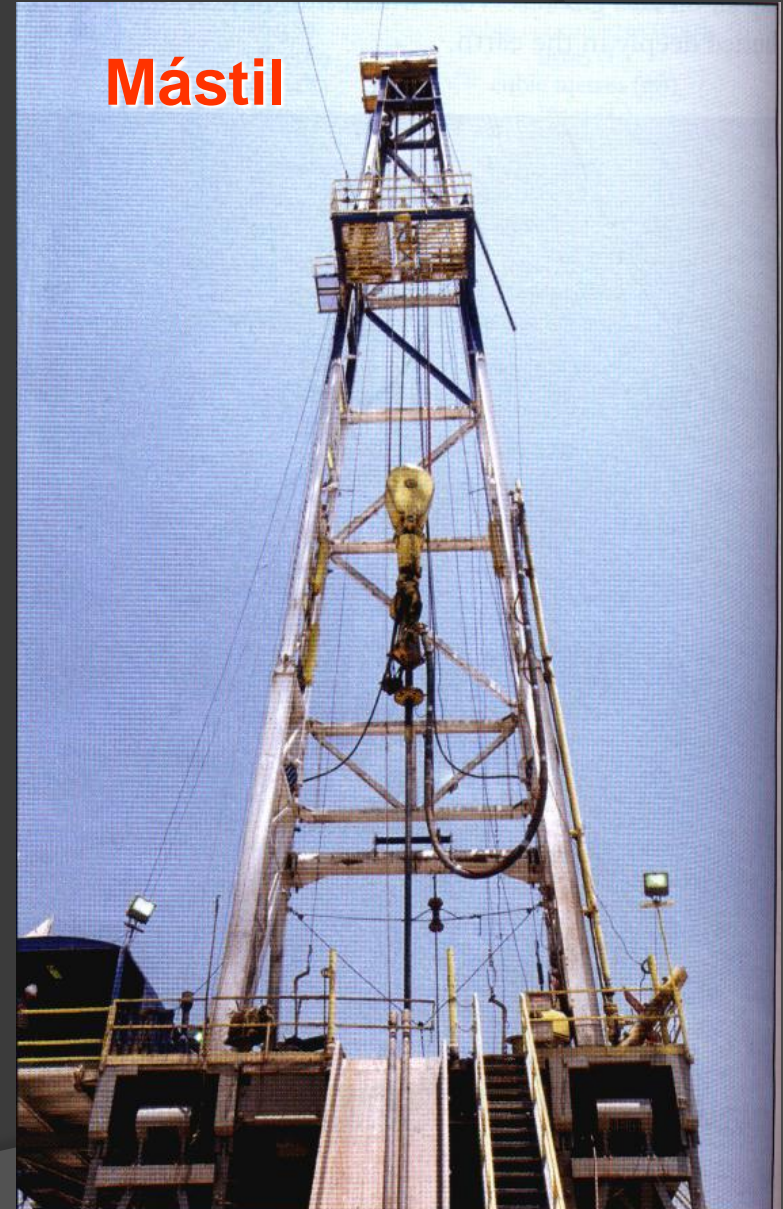
Mástil, Estructura de acero con capacidad para soportar todas las cargas verticales, cargas excedentes y el empuje por la acción del viento. La longitud de estos varía de 24.5 a 57.5 m.



Subestructura. Es el soporte de la torre, Espacio para colocar los preventores.



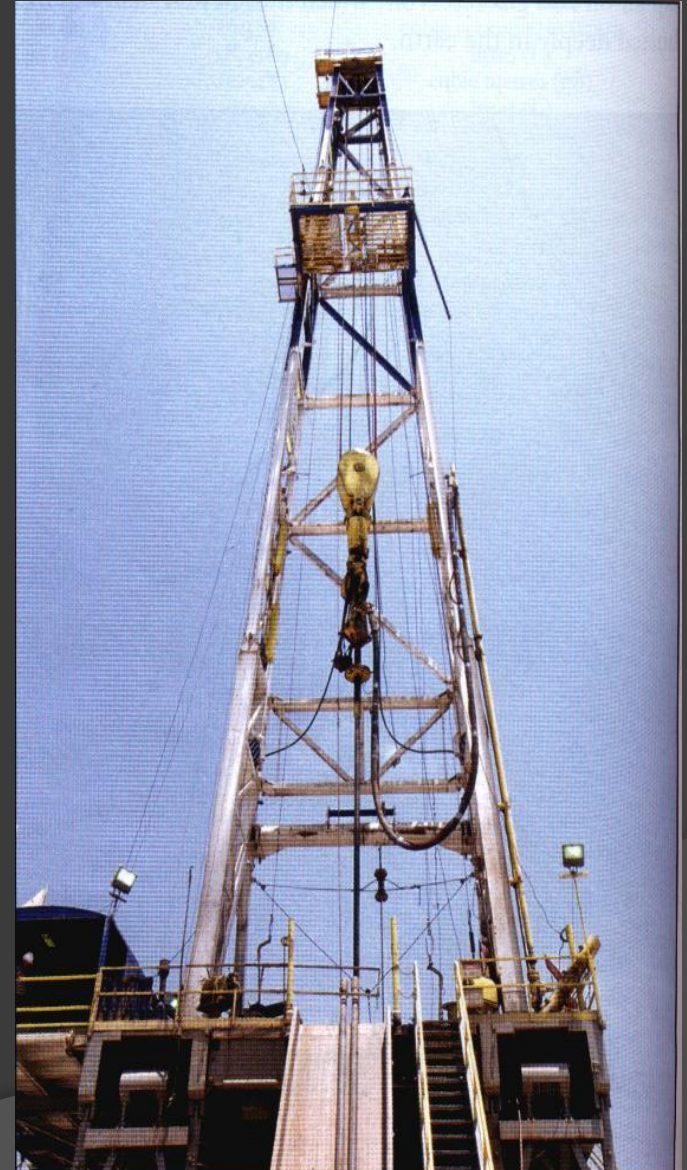
Mástil



Consideraciones para el diseño:

1. El mástil debe soportar con seguridad todas las cargas (jalón) y cargas que excedan la capacidad del cable.
2. Deberá soportar el empuje máximo por la velocidad del viento.
3. La plataforma de trabajo tiene que estar a la altura apropiada para el buen manejo de la tubería (lingadas).

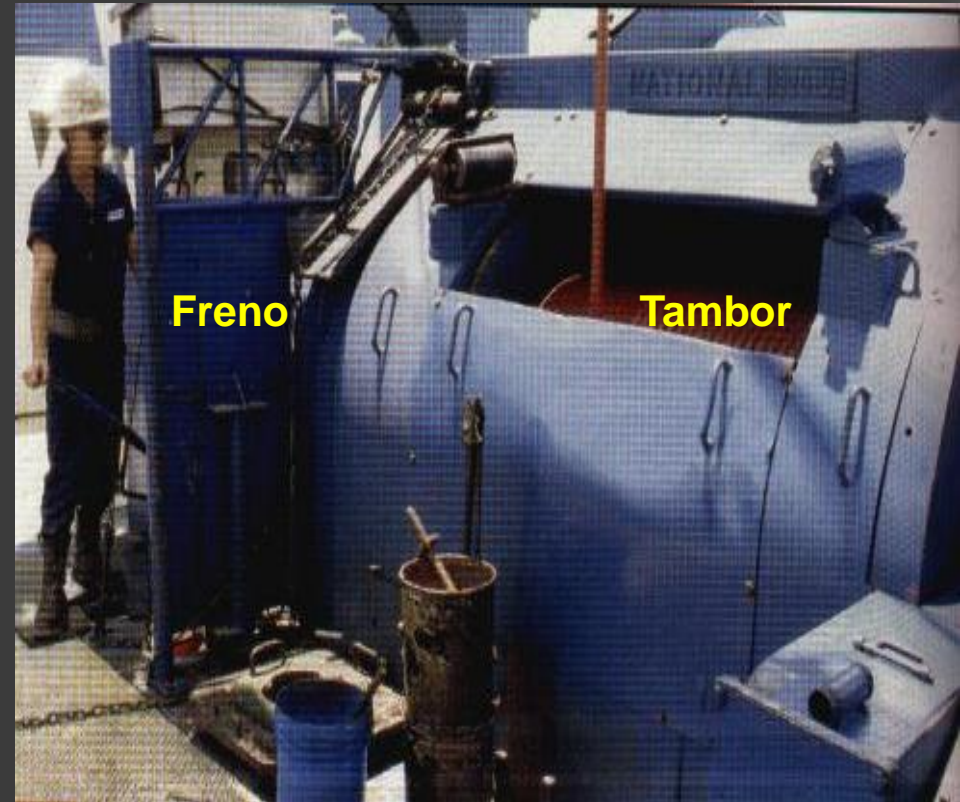
Mástil



Malacate

Es el elemento que utiliza la energía del sistema de potencia para aplicarle una fuerza al cable de perforación. Esta provisto de un sistema de frenos para controlar las altas cargas y un sistema de enfriamiento para disipar el calor generado por la fricción en las balatas.

El tambor del malacate tiene un ranurado para acomodar el cable de perforación.

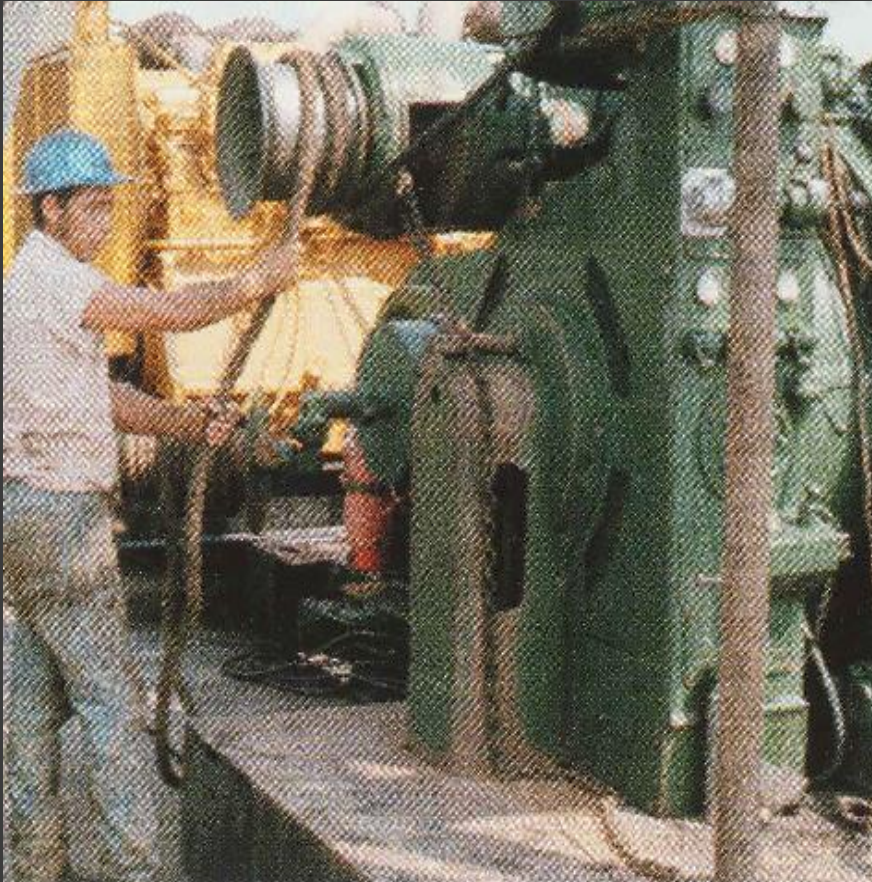


Los Equipos Mecánicos

utilizan un freno auxiliar del tipo hidromático, el cual trabaja impulsando agua en dirección opuesta a la rotación del tambor principal.

Los Equipos Eléctricos

usan un freno auxiliar del tipo electromagnético en el cual se generan dos campos magnéticos opuestos cuya magnitud depende de la velocidad de rotación.



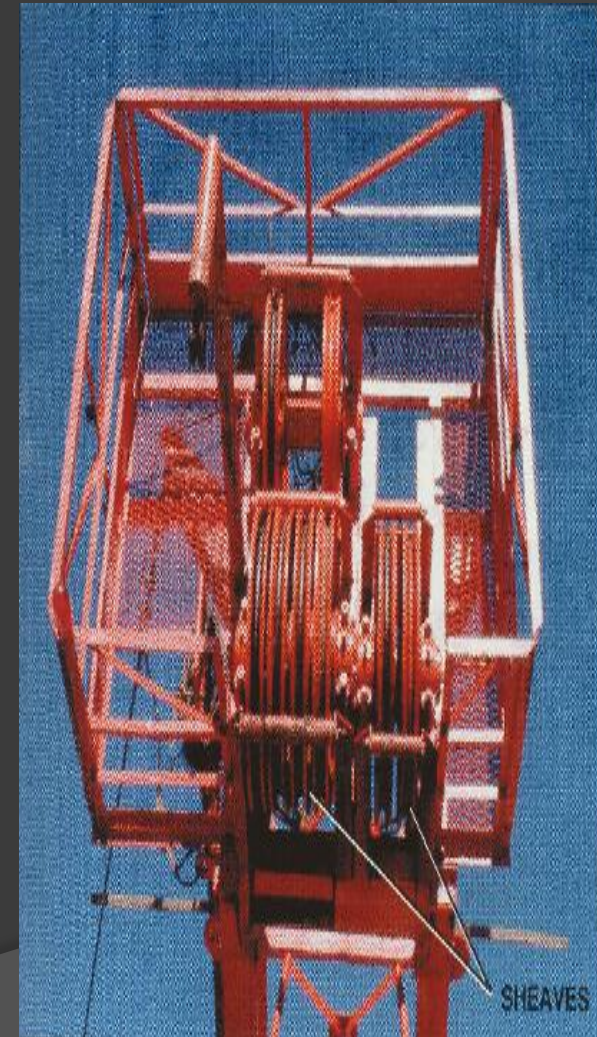
Sistema de Poleas

2.2 Sistema de Izáje

Es el que une al malacate con la tubería de perforación o revestimiento y proporciona un medio mecánico para bajar o levantar dichas tuberías.

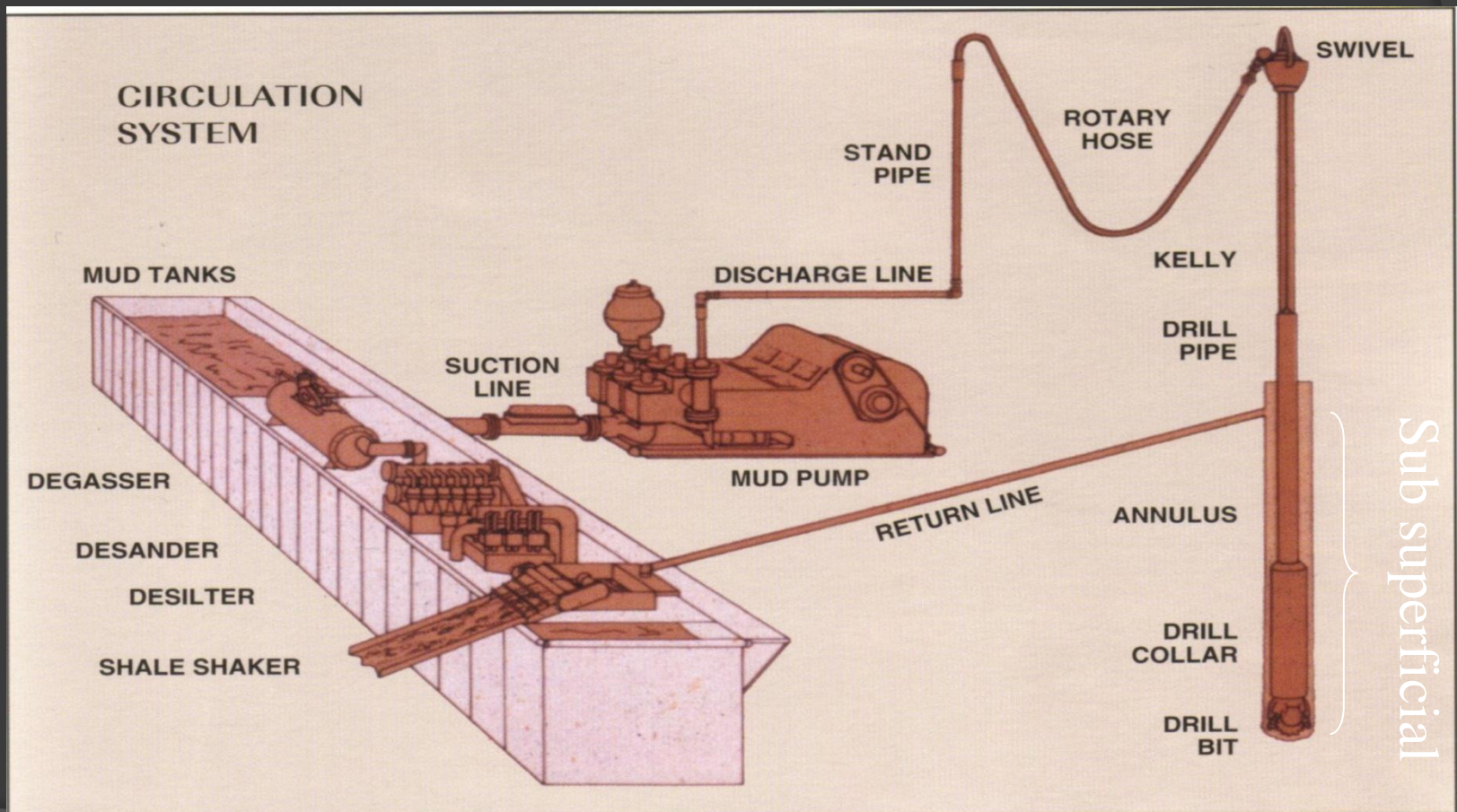


La corona es una serie de poleas fijas colocadas en la parte superior del mástil.



2.3 Sistema de Circulación

- La función principal del sistema de circulación, es la de extraer los recortes de roca del pozo durante el proceso de perforación.
- El sistema esta compuesto por equipo superficial y sub superficial.



Los componentes del equipo sub superficial son:

La tubería de perforación, los lastra barrenas, la barrena y el mismo pozo.

El equipo superficial esta compuesto por:

- Las Bombas
- Las Presas De Lodo (Descarga, De Asentamiento Y La De Succión)
- El Stand Pipe
- El Equipo De Control De Sólidos
- El Desgasificador
- Temblorina



En La Industria Petrolera Se Utilizan Dos Tipos De Bombas:

Bomba Duplex.-

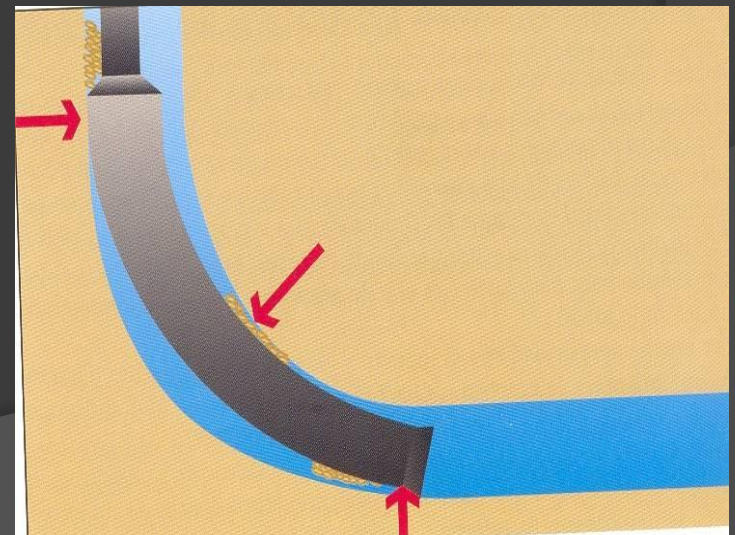
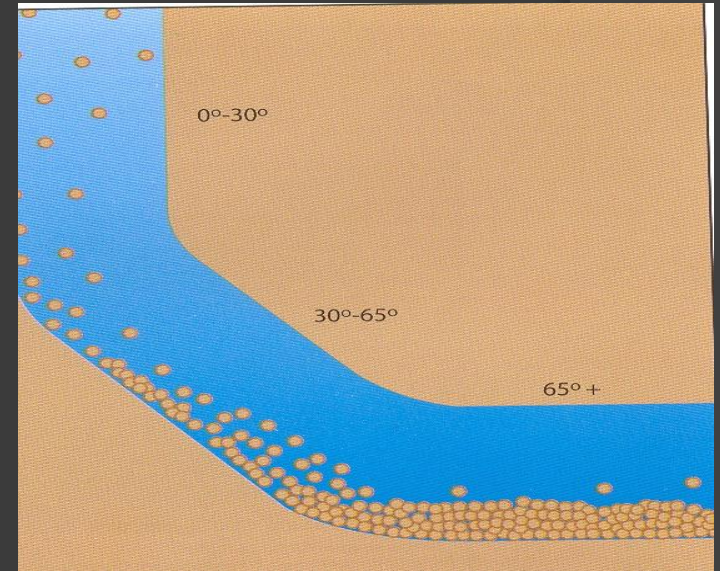
Estas bombas se caracterizan por estar constituidas de dos pistones y manejar altos gastos pero baja presión de descarga. Son de doble acción, o sea que bombean el fluido en los dos sentidos. En la actualidad estas bombas se utilizan en los equipos que reparan pozos ó en perforación somera. La presión máxima recomendada de trabajo para estas bombas es de 3,000 lb/pg².

Bomba triplex.-

Están constituidas por tres pistones de acción simple y se caracterizan por manejar altas presiones de descarga y altos gastos y son de fácil mantenimiento.

Un Deficiente Sistema de Circulación nos Puede Ocasionar la Siguiete Problemática:

- Deficiencia en las bombas:
- Limpieza pobre del pozo
- Disminución en la velocidad de penetración
- Atrapamiento de la sarta de perforación
- Aumento en la densidad del lodo por incorporación de sólidos



Sistema inadecuado de eliminador de sólidos:

- Aumento en la densidad del lodo
- Disminución en la velocidad de penetración
- Aumento en la viscosidad del lodo
- Pegaduras por presión diferencial

Desgasificador:

- Disminución en la densidad del lodo
- Problema de arrancones (flujos de la formación)
- Inestabilidad del agujero (por baja densidad)

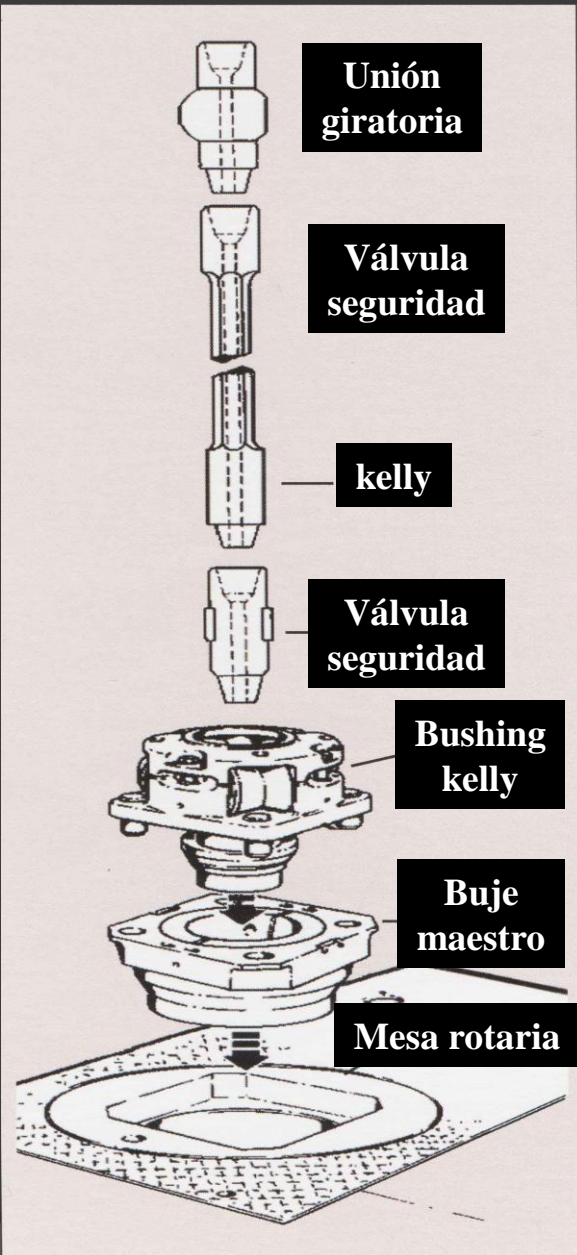
2.4 Sistema Rotatorio

El Sistema Rotatorio es el Encargado de Proporcionar la Acción de Rotación a la Barrena Para Que Realice la Acción de Perforar.

En la actualidad existen tres formas de aplicar rotación a la barrena:

- El Sistema Rotatorio Convencional
- El Sistema Top Drive
- Motores De Fondo

2.4 Sistema rotatorio

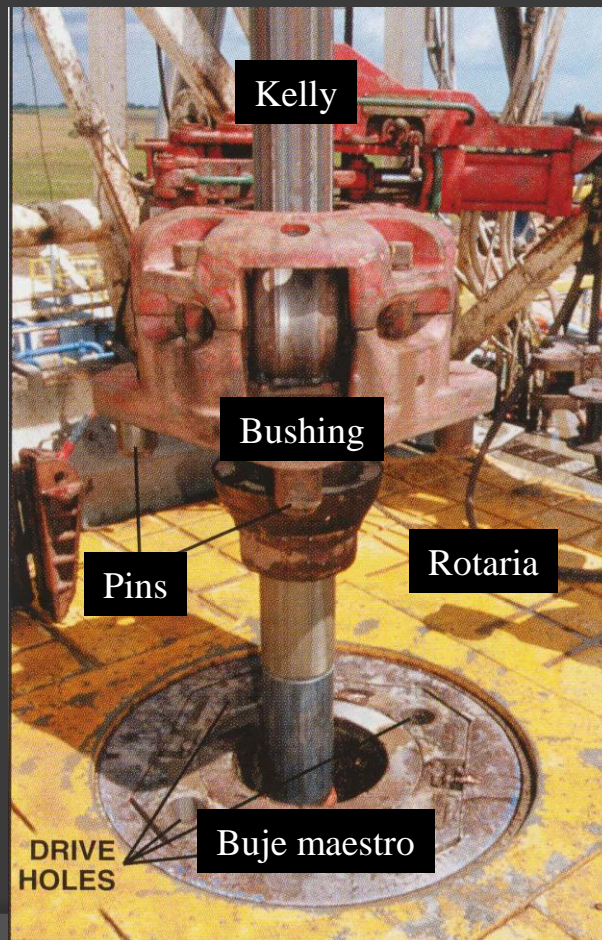


El sistema rotatorio convencional.-

Este sistema es superficial y transmite la rotación a la tubería de perforación y esta a su vez a la barrena. Este sistema está compuesto por:

- ☐ Mesa rotaria (rotaria)
- ☐ Buje maestro (bujes)
- ☐ Bushing kelly (bushing)
- ☐ Kelly (flecha)
- ☐ Unión giratoria (swivel)

□ **Mesa rotaria.-** La función principal es proporcionar el movimiento giratorio, que en conjunto con los bujes es transmitido a la flecha, al swivel y a la sarta de perforación.



□ **La flecha (kelly).-** Es un elemento de acero de forma cuadrada y hexagonal que se instala en la parte superior de la tubería de perforación, en ella se instalan válvulas de seguridad en ambos extremos para el control de flujos del pozo.

Las flechas estandar miden 12.20 m (40 pies) Es el elemento encargado de transmitir la rotación hacia la tubería de perforación, lastrabarrenas y la barrena.

En la parte superior de la flecha se conecta la unión giratoria.

- ❑ **Unión giratoria (swivel).**- Este elemento esta sostenido por la polea viajero (block) y se instala en la parte superior de la flecha. Tiene tres funciones básicas:
 - Soportar el peso de la flecha y sus accesorios.
 - Permite que la flecha gire.
 - Conecta el sistema de circulación con el sistema de rotación.
 - Provee un sello hermético permitiendo el bombeo del lodo.

Nota.- En los equipos marinos la polea viajera esta provista de un compensador que absorbe los movimientos oscilatorios ascendentes y descendentes de las plataformas. Estos movimientos varían de 4.5 a 7.5 m.

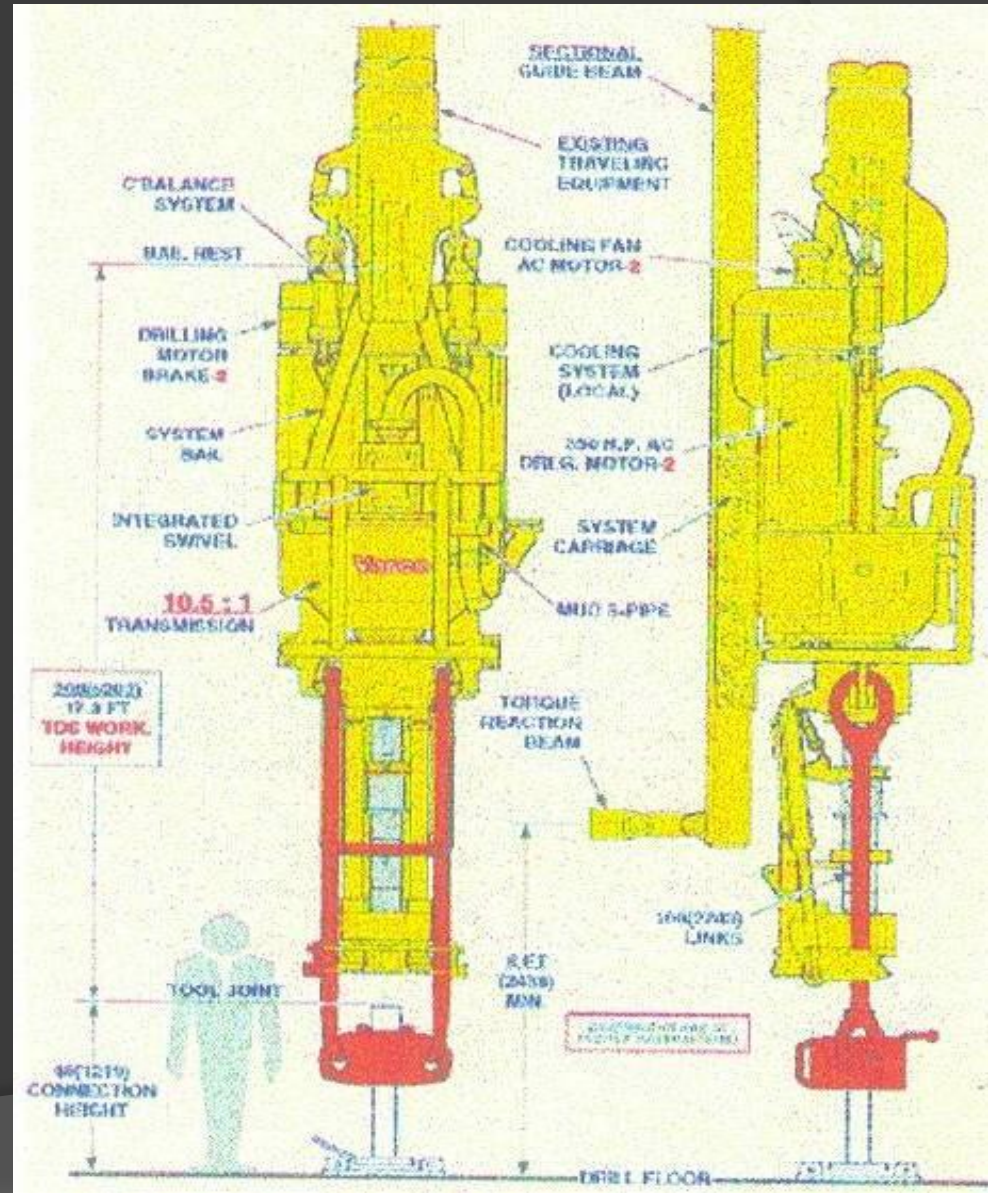


2. El sistema Top Drive.- Este sistema también es superficial y transmite la rotación a la tubería de perforación y esta a su vez a la barrena. Este sistema está compuesto por:

- Unión giratoria
- Motor eléctrico
- Sistema de frenado
- Control de torque
- Control remoto para el gancho
- Válvula de control
- Elevador

Al ser un elemento de reciente innovación, su utilización es muy costosa, razón por la cual únicamente se utiliza en:

- ✓ Pozos altamente desviados
- ✓ Pozos horizontales
- ✓ Pozos multilaterales
- ✓ Perforación bajo balance



Ventajas del uso de un TOP DRIVE:

- Elimina dos tercios de las conexiones al perforar con lingadas triples.
- Mantiene la orientación direccional en intervalos de 27 a 29 m, reduce el tiempo de supervisión y mejora el control direccional.
- Toma núcleos en intervalos de 27 a 29 m.
- Mejora la eficiencia de la perforación bajo balance.
- Se puede circular y rotar la sarta durante los viajes.
- Ayuda en la prevención de pegaduras.
- Mejora la seguridad en el manejo de la tubería.

Desventajas en el uso del TOP DRIVE

Altos costos de mantenimiento

El Sistema Motor De Fondo.-

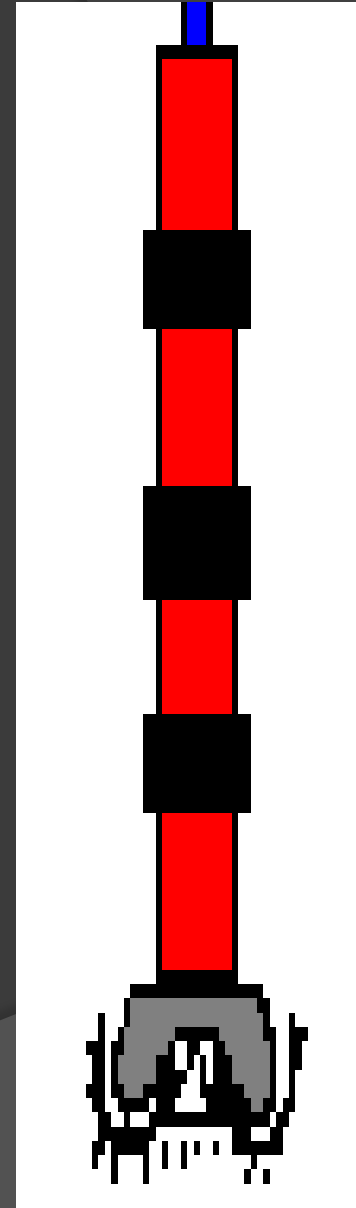
Este sistema es sub superficial, ya que se instala inmediatamente arriba de la barrena y la acción de rotar es generada por el fluido de perforación:

Sistema de transmisión de la rotación.- El sistema de transmisión de la rotación de la superficie a la barrena se realiza mediante la sarta de perforación. La sarta de perforación esta compuesta por:

Tubería de perforación (TP).- Es la tubería que se instala inmediatamente arriba de los lastra barrenas ó tubería pesada.

Tubería pesada (heavy walled).- Esta tubería se instala inmediatamente debajo de la tubería de perforación.

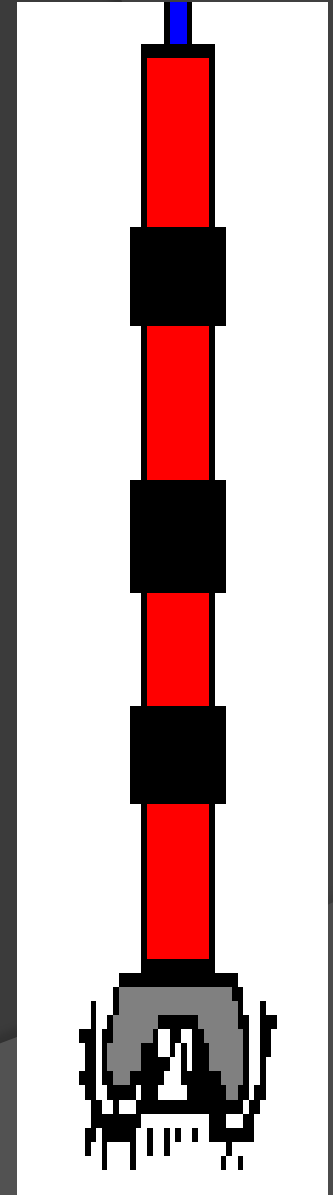
Estos pueden ser lisos y helicoidal (ranurado) ayudando este último a evitar pegaduras.



Lastra barrenas (Drill Collar).- Es la tubería que se instala arriba de la barrena. Son muy pesados y son los que proporcionan el peso a la barrena para perforar, el rango de diámetro de esta herramienta es de 3 a 12 pg, su longitud promedio es de 9.5 m. Al igual que la tubería pesada, existen lastra barrenas liso y en espiral.

Sustitutos.- Son utilizados para unir tubería con diferente rosca

Estabilizadores.- Son instalados entre los lastra barrenas como protección de los mismos y mantienen la dirección de la barrena, algunos son equipados con elementos de corte (carburo de tungsteno).



2.5 Sistema de Control

El sistema de control también es conocido como “**Conexiones superficiales de control**” y es el que proporciona la seguridad en el pozo en situaciones de aportación de fluidos imprevista de las formaciones perforadas.

Existen diferentes tipos de arreglos de los preventores con Normas API. La clasificación de los mismos, es en base a la presión que manejarán, así tenemos:

Clase 2M, Clase 3M, Clase 5M, Clase 10M y 15M

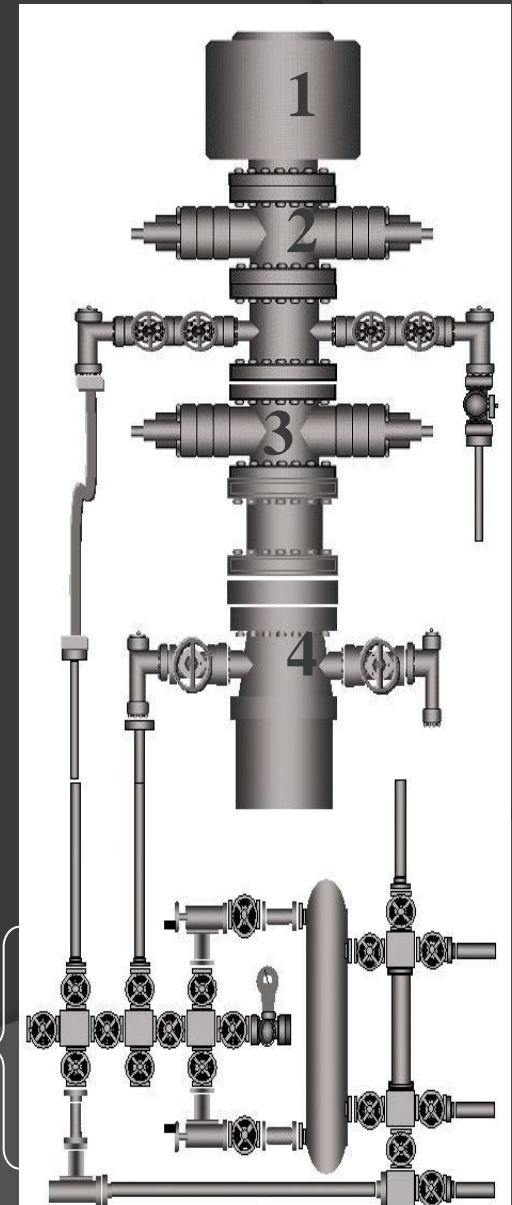
El arreglo óptimo deberá considerar los siguientes factores:

- Presiones en las Formaciones a Perforar.
- Tipo de Yacimiento
- Áreas (Pobladas, Sensibles, etc.).
- Tipo de Equipo de Perforación (terrestre o marino)



Análisis De Un Arreglo De Preventores

- 1) El preventor anular ó Hydrill, tiene la particularidad de proporcionar un sello hidráulico por el espacio anular de la tubería de perforación sin importar el diámetro, su elemento de empaque se ajusta a la forma de la tubería.
- 2) Es el preventor ciego ó de corte, este elemento cuando es accionado corta la tubería que se encuentre en ese momento.
- 3) Es el preventor anular, ya que al accionarlo hace un sello hidráulico.
- 4) Carrete de control, utilizado para el control del pozo en caso de presentarse algún brote o manifestación.
- 5) Árbol de estrangulación, utilizado para el control del pozo y en las pruebas de producción.



Pruebas Operativas a los Preventores

Pruebas Hidráulicas.

Desviador de flujo (Diverter).-

Se emplea como medio de control del pozo, antes de cementar la tubería de revestimiento superficial e instalar el conjunto inicial de preventores, con el objetivo de poder manejar los posibles flujos en formaciones someras y derivándolos a sitios de control.

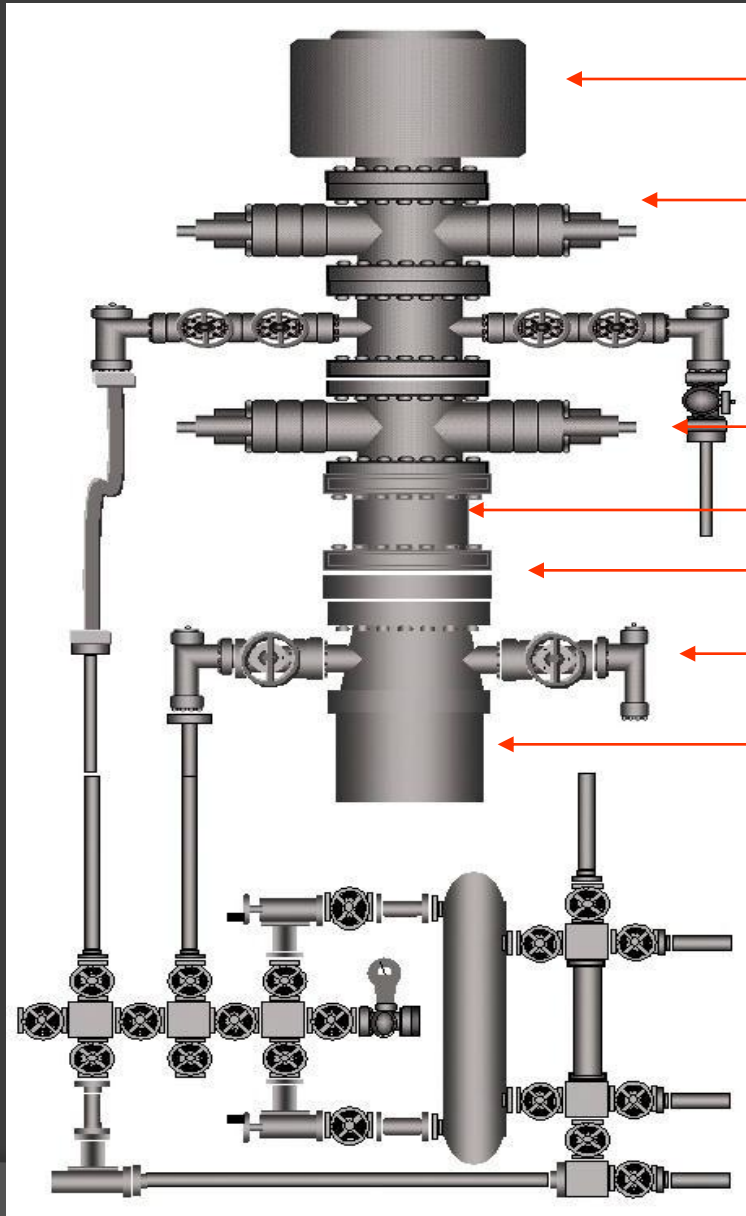


Cuando se instale un sistema desviador se recomienda lo siguiente:

- Adiestrar al personal para su operación.
- Verificar que las líneas desviadores estén libres.

SISTEMA DE CONTROL TERRESTRE

Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo con presiones máximas de 2000 PSI con preventores sencillos



Preventor esférico 21 1/4"
2M

Preventor sencillo 21 1/4" o 2M Arietes 5" o 4 1/2"

Carrete de control 21 1/4" 2M,

Preventor sencillo 21 1/4" 2M arietes ciegos

Carrete espaciador 21 1/4" 2M

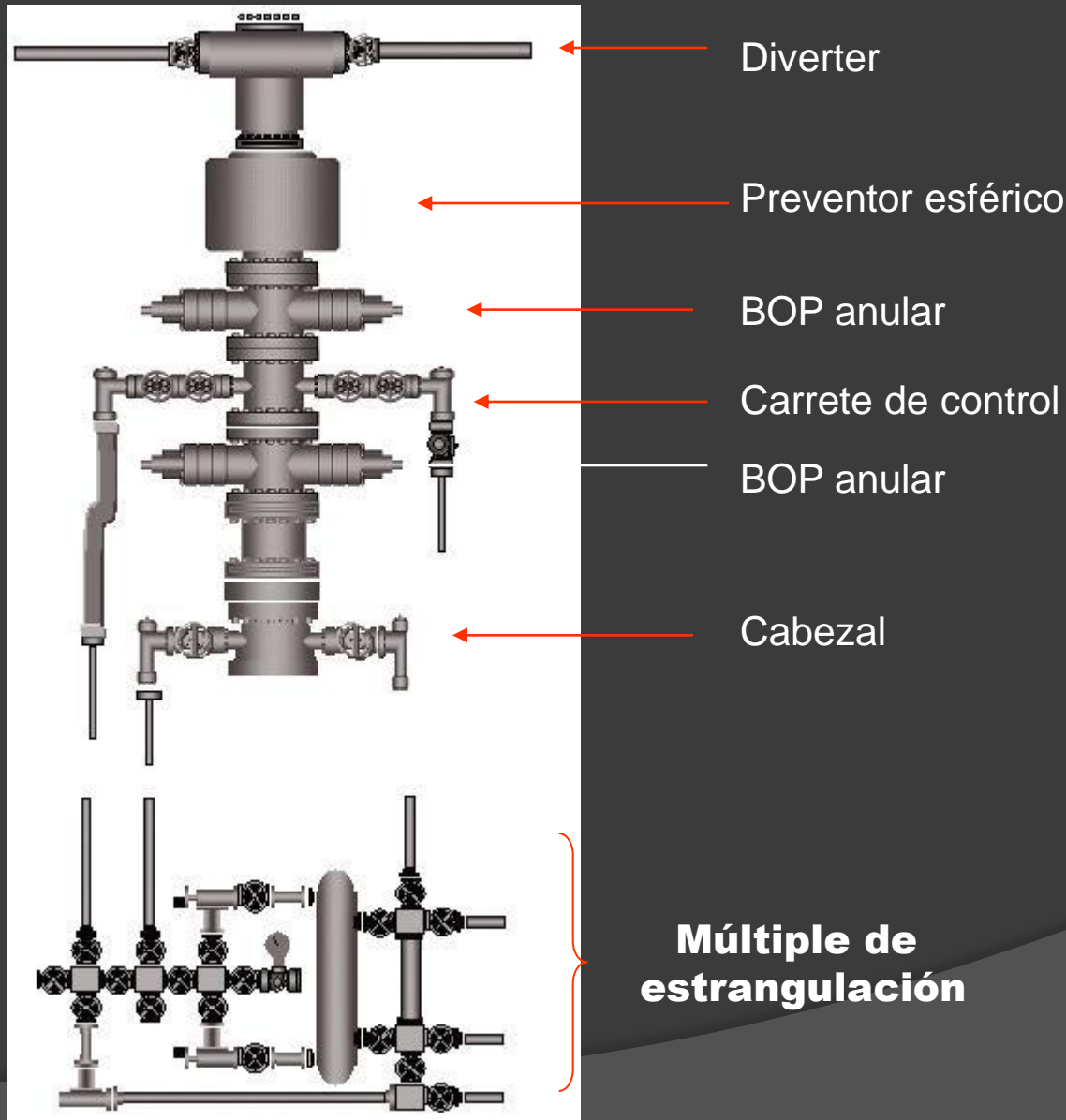
Brida adaptadora de 20 3/4" 3M a 21 1/4" 2M

Cabezal soldable 20 3/4"

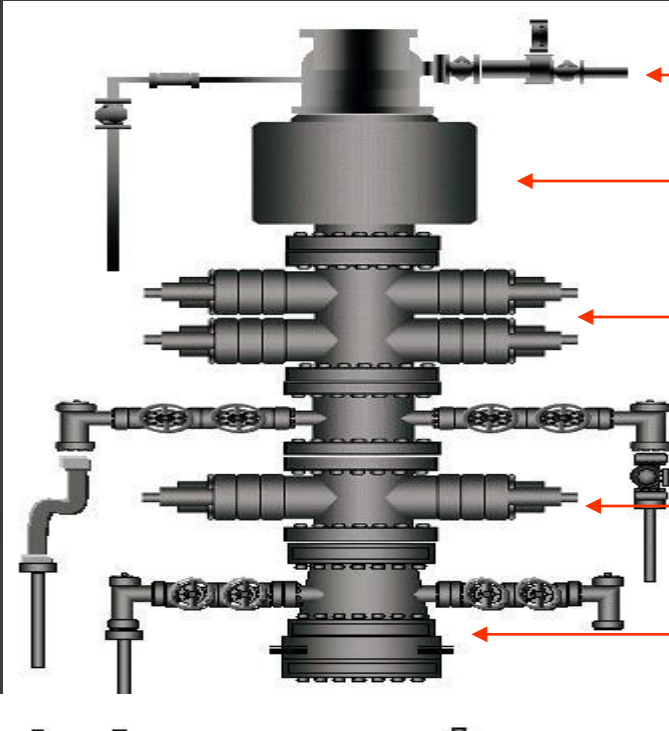
TR de 20 "

Múltiple de
estrangulación

Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo con presiones máximas de 2000 PSI con posible presencia de gas.



Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo y exploratorios con presiones máximas de 5000 psi para perforar bajo balance.



Cabeza rotatoria

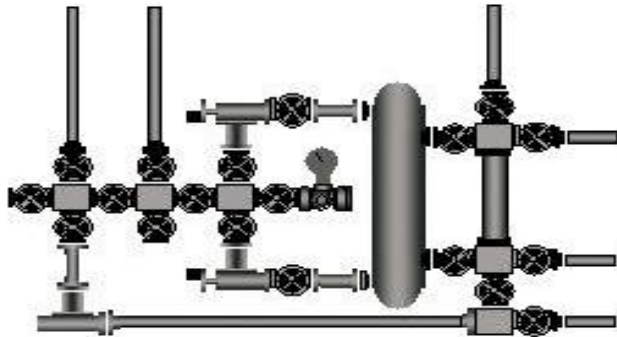
Preventor esférico

Preventor anular doble

Carrete de control

Preventor anular sencillo

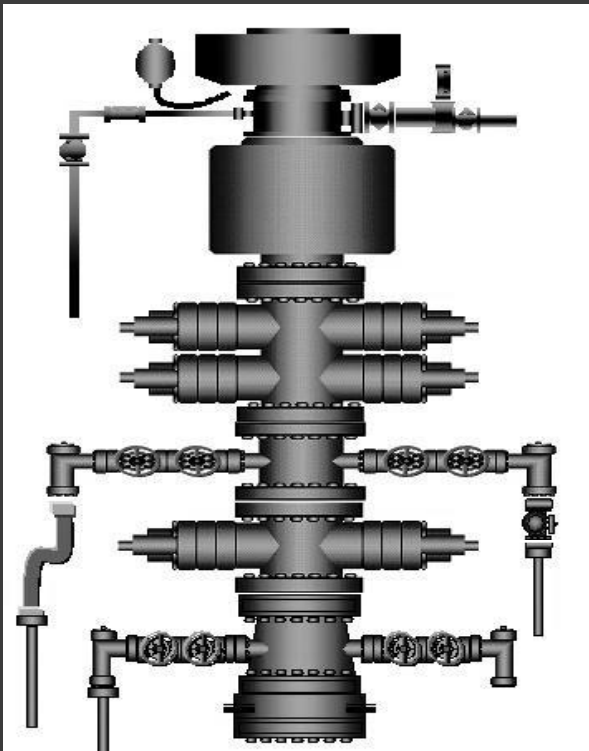
Cabezal



Árbol de estrangulación

2.5 Sistema de Control

Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo y exploratorios con presiones máximas de 10,000 PSI para perforar con flujo controlado.



Preventor rotatorio

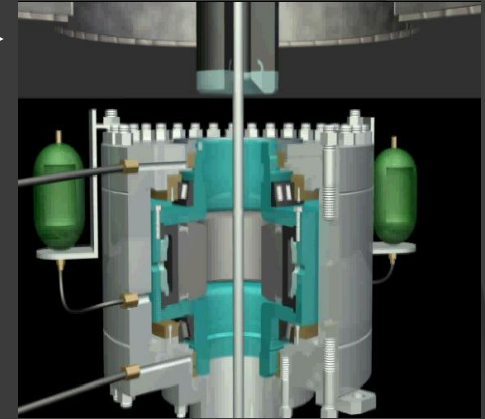
Preventor esférico

Preventor anular doble

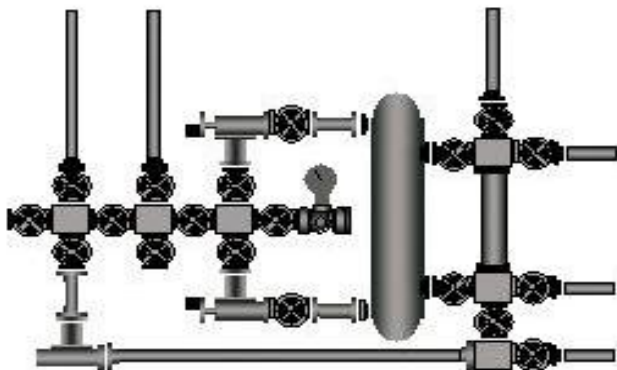
Carrete de control

Preventor anular sencillo

Cabezal

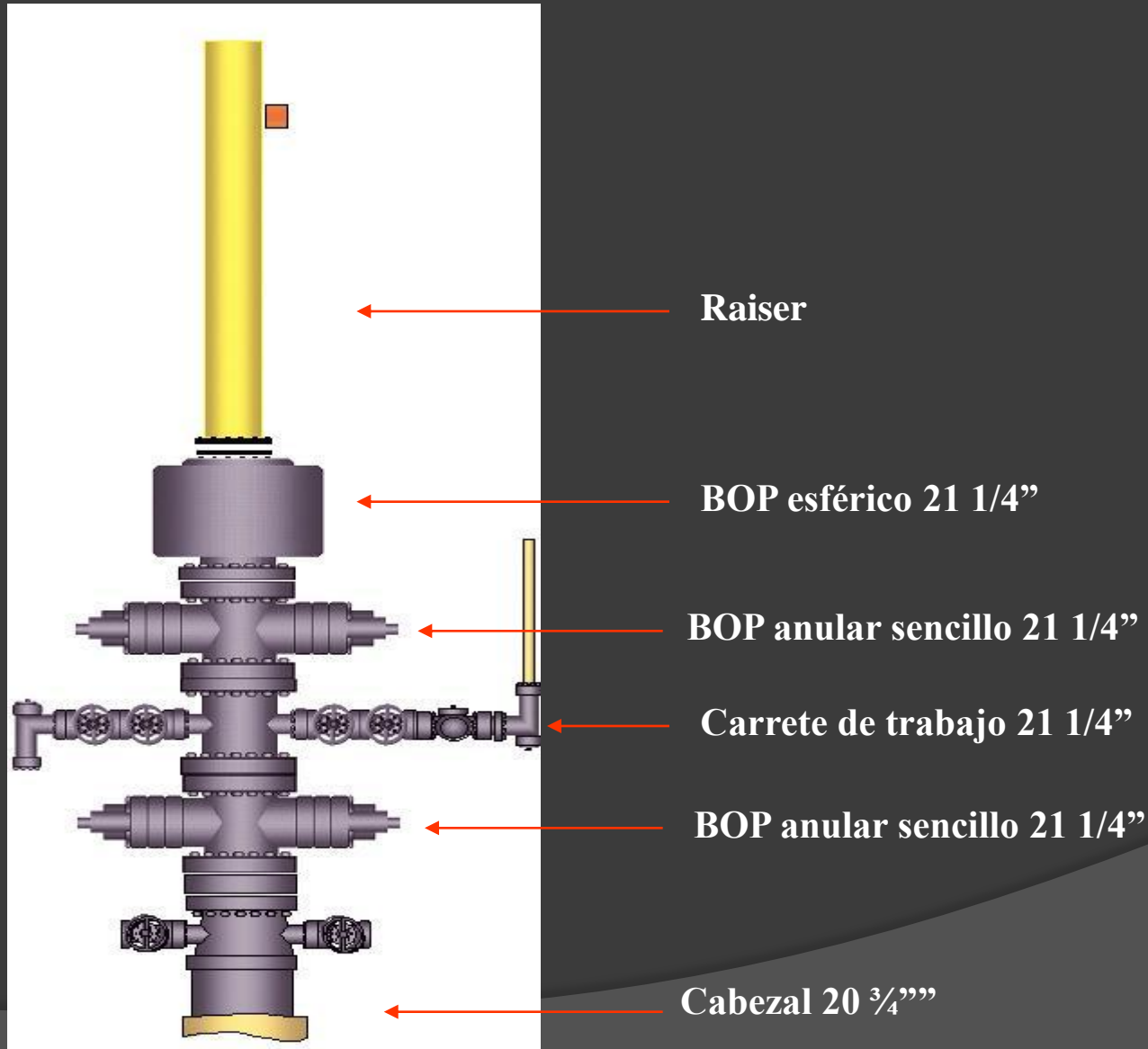


Árbol de estrangulación

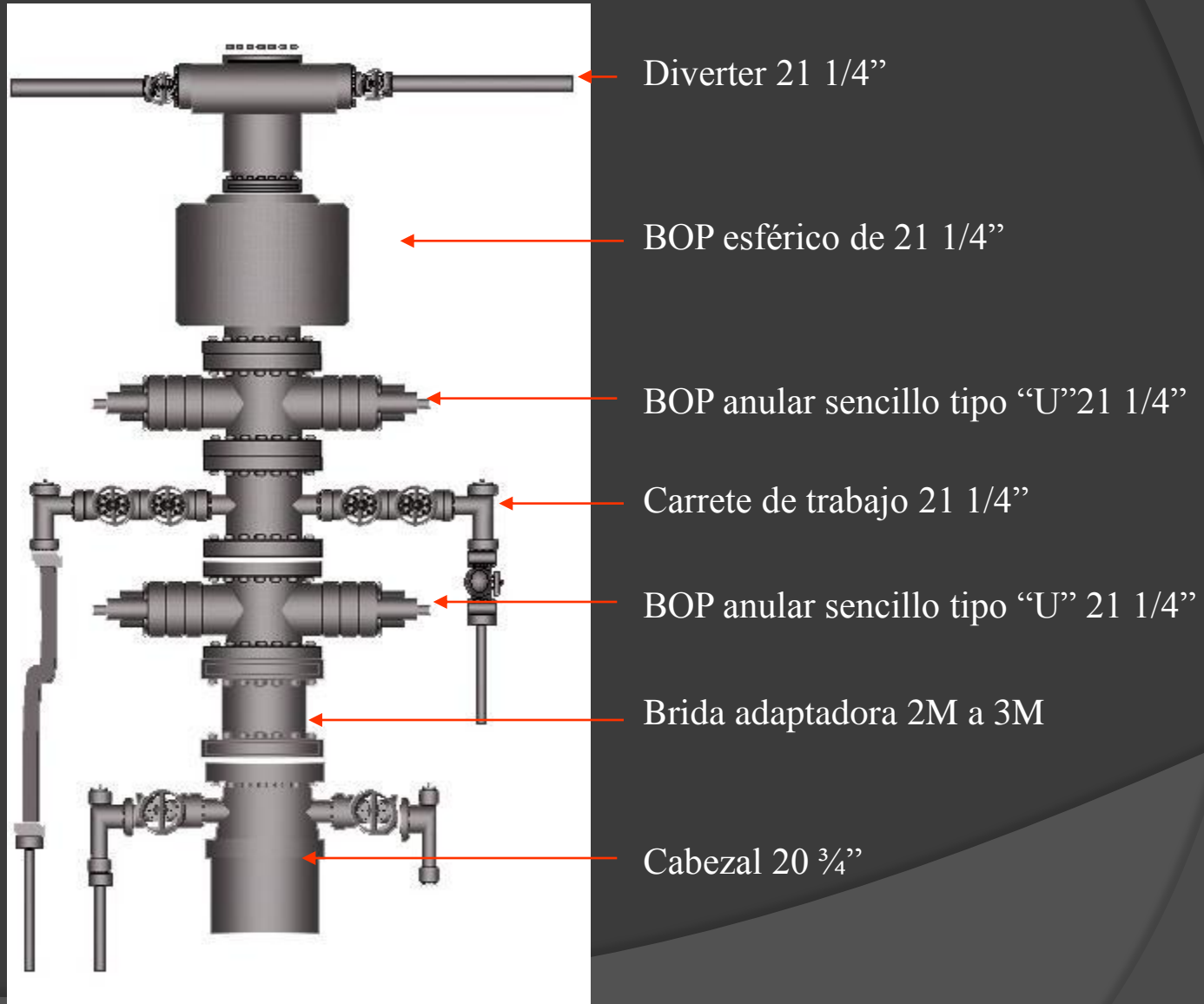


SISTEMA DE CONTROL MARINO

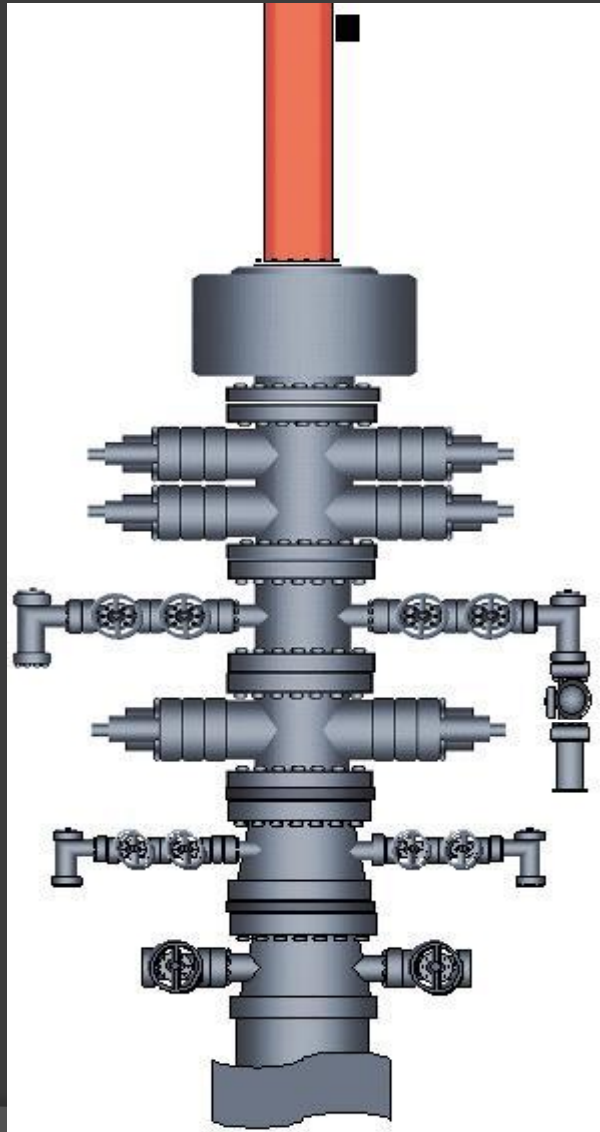
Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo con presiones máximas de 2000 psi en plataformas fijas y autoelevables.



Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo y exploratorios con presiones máximas de 3000 PSI en plataformas fijas y autoelevables.



Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo y exploratorios con **presiones máximas de 5000 PSI en plataformas fijas y autoelevables.**



— Bop esférico de 13 5/8"

— Bop anular doble tipo "U" de 13 5/8"

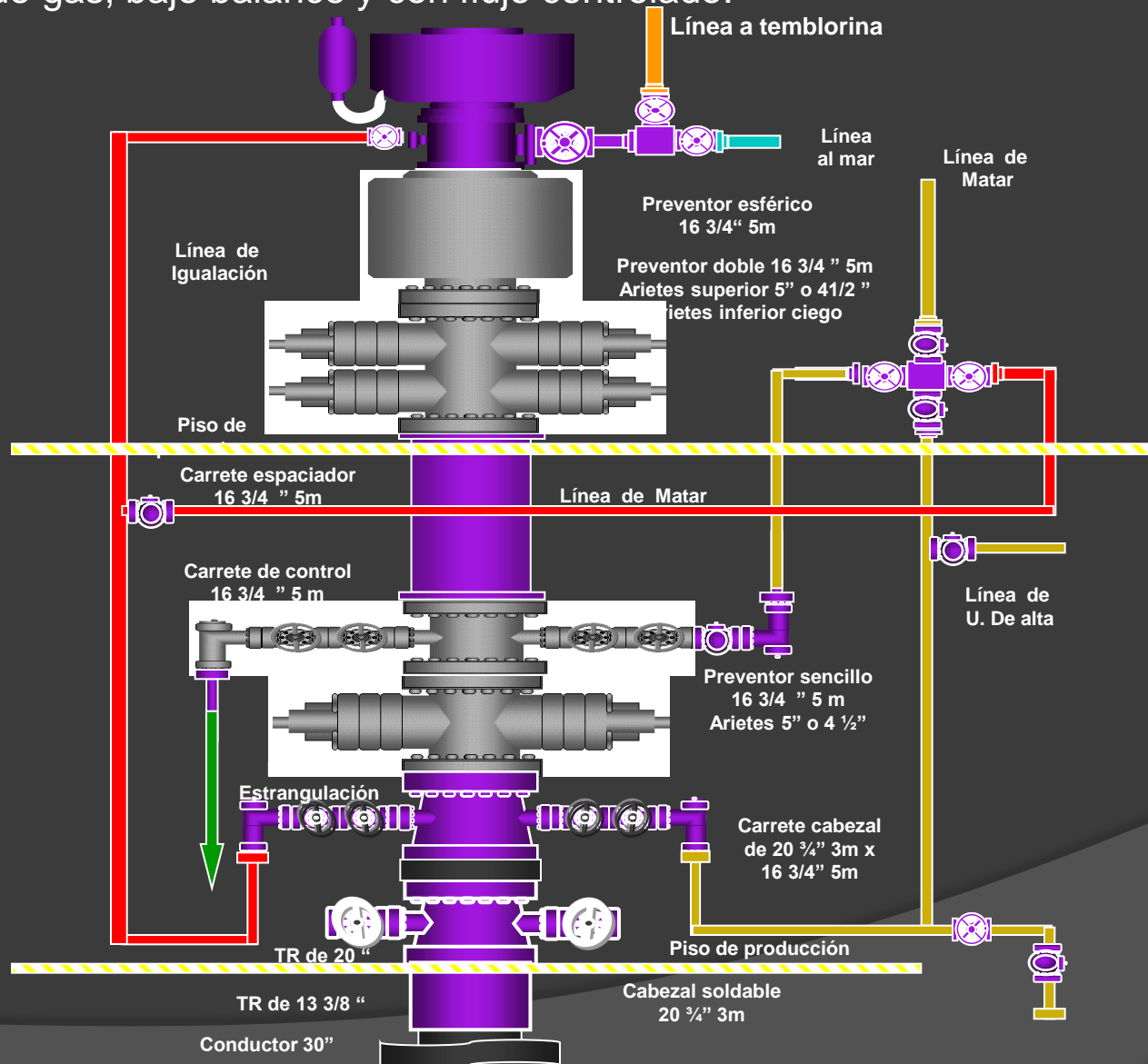
— Bop anular sencillo tipo "U" de 13 5/8"

— Cabezal compacto de 13 3/8" x 9 5/8" x 7 1/16"

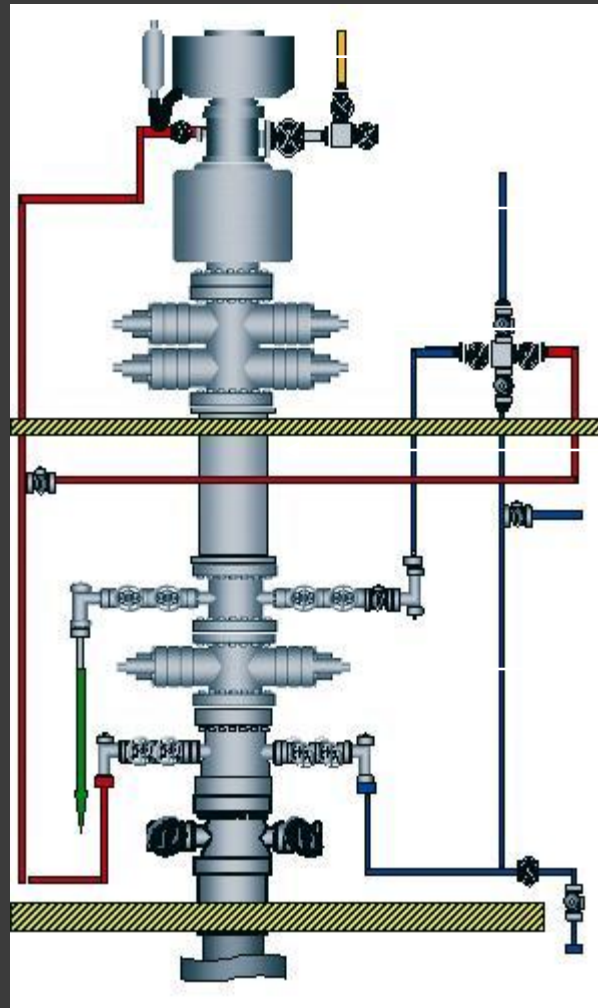
— Cabezal compacto de 20 3/4"

2.5 Sistema de Control

Arreglo de conexiones superficiales de control para perforación de pozos de desarrollo con presiones máximas de 5000 PSI en plataformas fijas y autoelevables para perforar casquete de gas, bajo balance y con flujo controlado.



Arreglo estándar de conexiones superficiales de control para perforación de pozos exploratorios con presiones máximas de 10,000 PSI en plataformas fijas y autoelevables para perforar casquete de gas



Preventor rotatorio

Bop esférico de 13 5/8"

Preventor anular doble tipo "U"

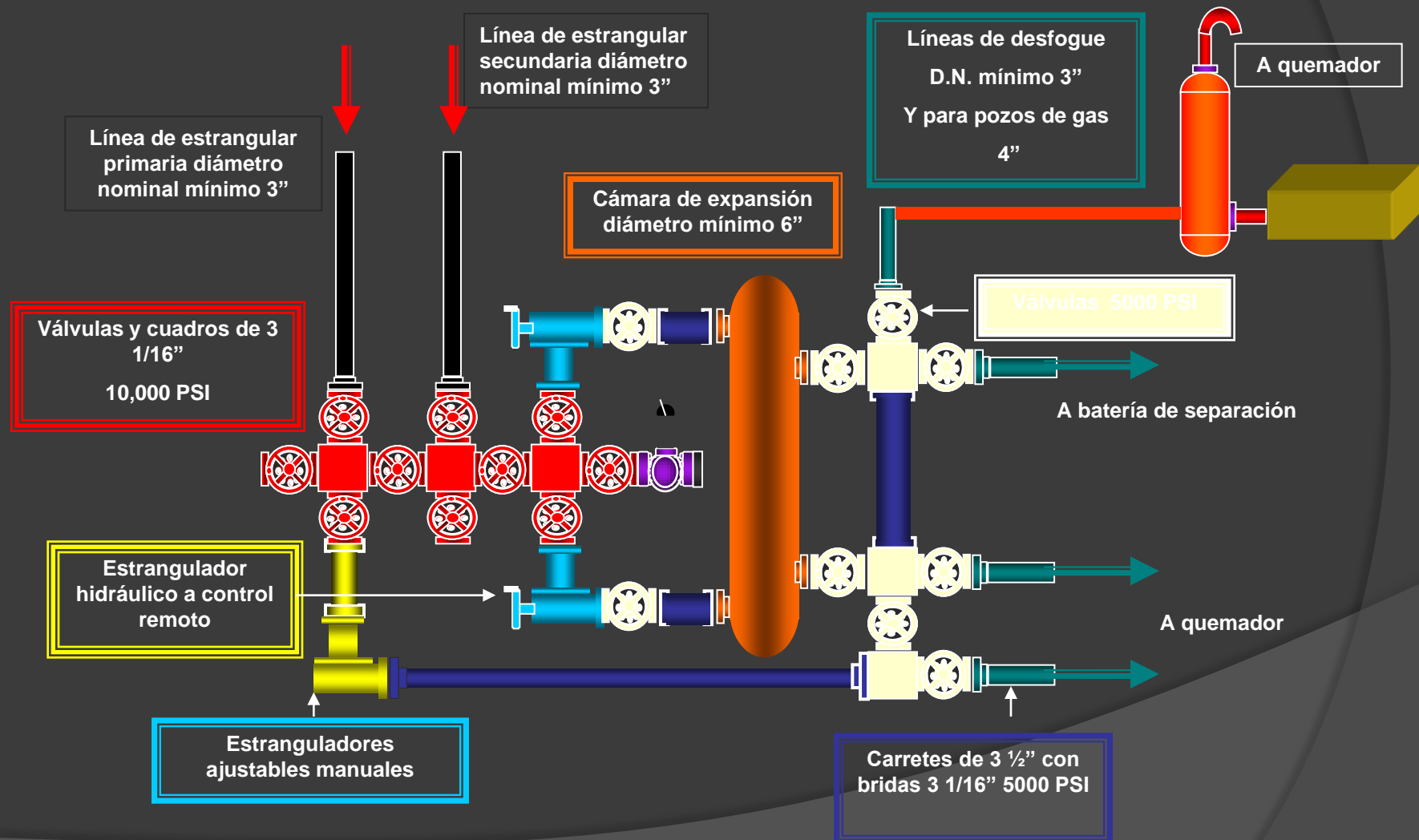
Carrete de trabajo

Preventor anular sencillo

Línea de matar

Cabezal

Arreglo estándar de múltiple de estrangulación para perforación, terminación y reparación terrestre 10,000 PSI

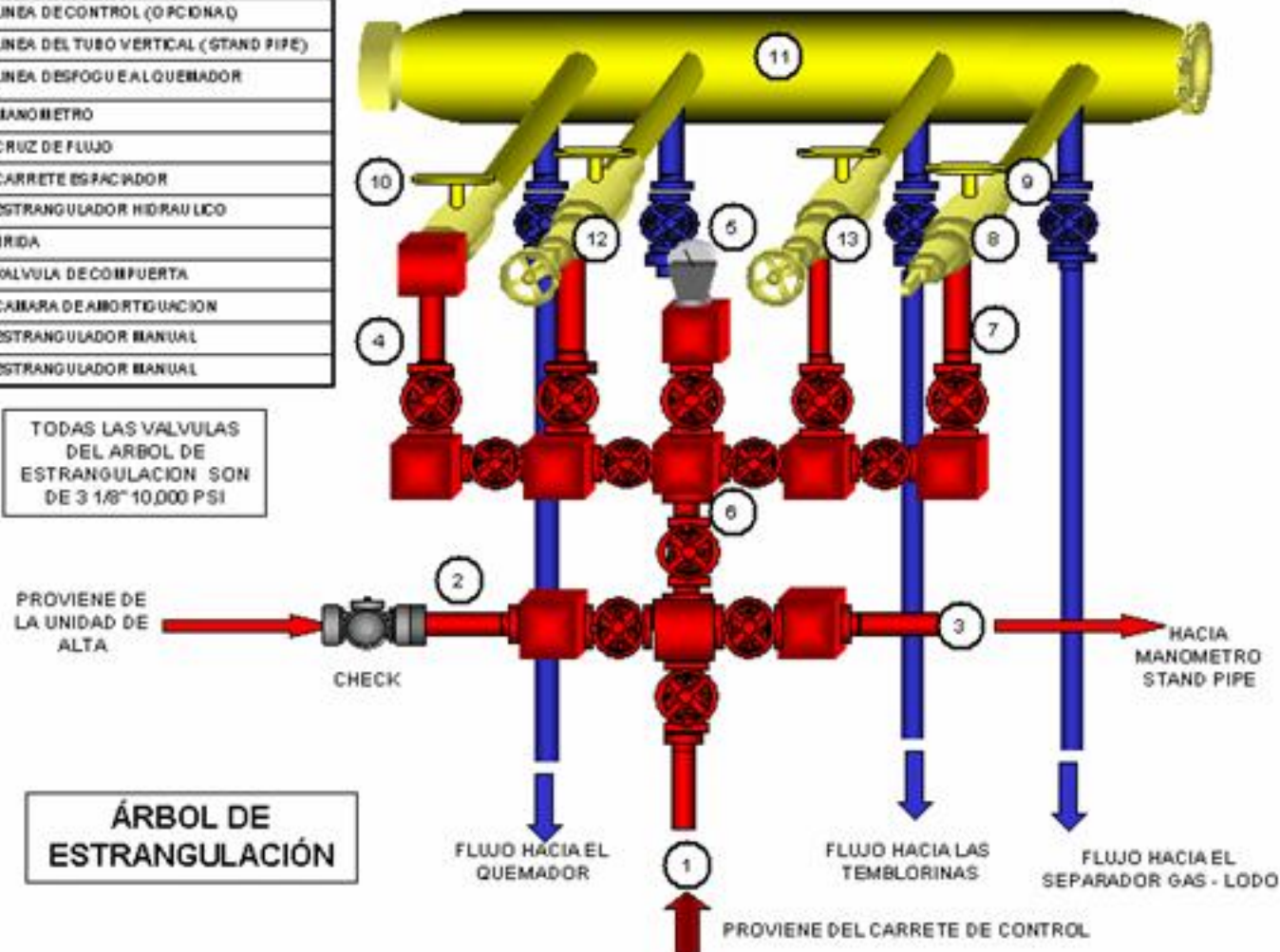


2.5 Sistema de Control

Arreglo estándar de múltiple de estrangulación para perforación, terminación y reparación en plataformas fijas y autoelevables 10,000 PSI.

1	LINEA DE ESTRANGULACION
2	LINEA DE CONTROL (OPCIONAL)
3	LINEA DEL TUBO VERTICAL (STAND PIPE)
4	LINEA DESFOGUE ALQUEMADOR
5	MANOMETRO
6	CRUZ DE FLUJO
7	CARRETE ESPACIADOR
8	ESTRANGULADOR HIDRAULICO
9	BRIDA
10	VALVULA DE COMPUERTA
11	CAMARA DE AMORTIGUACION
12	ESTRANGULADOR MANUAL
13	ESTRANGULADOR MANUAL

TODAS LAS VALVULAS
DEL ARBOL DE
ESTRANGULACION SON
DE 3 1/8" 10,000 PSI



El sistema de control de preventores se puede accionar de dos maneras:

Manual.- Utilizando un volante con una espiga larga para facilitar su operación.

Hidráulicamente.- El accionamiento hidráulica se realiza mediante la Bomba koomey que es la encargada de proporcionar la presión necesaria para accionar el sistema de cierre o apertura de los preventores.

La bomba koomey tiene dos sistemas de control; uno instalado al lado izquierdo del perforador y el otro en la misma unidad de la bomba.



2.5 Sistema Medidor de Parámetros de Perforación

La función principal de este sistema es la de monitorear en forma continúa los parámetros más importantes durante la perforación, para evitar desviaciones en los programas operativos y anomalías que pudieran ocasionar accidentes durante la operación.



Algunos De Estos Parámetro:

- ✓ Profundidad
- ✓ Velocidad de perforación
- ✓ Peso en el gancho
- ✓ Propiedades de la roca
- ✓ Dirección y ángulo de la perforación
- ✓ Peso sobre la barrena
- ✓ Gasto de bombeo
- ✓ Potencia de torsión
- ✓ Velocidad de rotación (rpm)
- ✓ Presión de la bomba
- ✓ Nivel de presas (vol de lodo)
- ✓ Densidad del lodo
- ✓ Flujo de salida del lodo



Secuencia de la perforación

Mete el 1er tubo



Perfora 1er tubo



Levanta la flecha



Secuencia de la perforación

